

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	鎌田 慎
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学准教授	博士（工学） 田口 良広
	副査	慶應義塾大学教授	工学博士 長坂 雄次
		慶應義塾大学教授	博士（工学） 佐藤 洋平
		慶應義塾大学専任講師	Ph. D. 安藤 景太
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（工学）、修士（工学）鎌田慎君提出の学位請求論文は「光誘起誘電泳動を用いた拡散係数測定デバイスと極微量分析プラットフォームの開発」と題し、6章から構成されている。</p> <p>材料分野や創薬分野において前処理を行わずにナノサイズ試料の拡散係数を短時間かつ極微量で分析する新しいセンシング手法が要求されている。本論文の著者は、スパッタ成膜水素化アモルファスシリコンに着目し、光誘起誘電泳動によって形成された縞状の濃度分布を光学的にセンシングする拡散係数測定デバイスと pL オーダ多検体連続分析プラットフォームを提案・実証している。</p> <p>第1章では、従来の拡散係数測定方法ならびに光誘起誘電泳動技術を概説するとともに、本研究の目的と測定意義を述べている。</p> <p>第2章では、光誘起誘電泳動を用いた拡散係数測定デバイスを提案している。光導電膜に2光束干渉レーザを照射することで縞状の濃度分布を形成する光電子ピンセット技術の原理を説明しており、光導電膜に要求されるインピーダンス特性を明らかにしている。また、縞状濃度分布の過渡的な物質輸送過程を光学的にセンシングする原理について述べている。</p> <p>第3章では、拡散係数測定デバイスに適した光導電膜の成膜方法を提案している。反応性 RF マグネトロンスパッタ装置の雰囲気ガスであるアルゴンに反応性ガスとして水素を混合し、水素化アモルファスシリコンを成膜している。室温から 300℃まで成膜温度を変化させた際の光学特性ならびに構造特性の成膜温度依存性について、ラマン分光分析、分光エリプソメトリおよびフーリエ変換赤外分光分析を用いて明らかにしている。また、成膜した水素化アモルファスシリコン薄膜上にコプラナ型のマイクロ電極を微細加工技術により作製し、光導電率を評価している。測定結果に基づく数値解析によって、拡散係数測定デバイスの形状デザインを決定している。</p> <p>第4章では、粒子直径標準ポリスチレンビーズ分散液を用いて、拡散係数測定デバイスの妥当性を検証している。粒子直径が 51 nm, 100 nm, 203 nm, 216 nm および 240 nm の5種類のナノサイズ試料の拡散係数をデバイスを用いて測定し、測定の不確かさを評価している。合成標準不確かさは最小で 2.0%、最大で 8.4%であり、粒子界面の電荷の作用に起因して Stokes-Einstein 式を用いた推算値と比較して偏差が生じることを明らかにしている。</p> <p>第5章では、pL オーダ拡散係数測定を実現する極微量分析プラットフォームを提案している。マイクロ流体送液システムにより 300 pL 程度の液滴試料を形成し、光誘起誘電泳動により pL 液滴内に縞状濃度分布の励起に成功している。光誘起誘電泳動により液滴の水・油界面が縞状に変形しノイズの原因になることを確認するとともに、ノイズを低減する励起条件を明らかにしている。内包するナノサイズ試料が交互に異なる pL 液滴列を形成し、多検体連続分析が可能であることを実験的に明らかにし、提案するプラットフォームの妥当性を確認している。</p> <p>第6章に、結論として各章で得られた内容をまとめ、本研究の成果を要約している。また、今後の展望について述べている。</p> <p>以上要するに、本研究はスパッタ成膜水素化アモルファスシリコンを用いることによってナノサイズ試料の拡散係数を高速にセンシング可能であることを明らかにし、pL オーダの極微量分析プラットフォームの実現可能性を示したものであり、マイクロ熱流体デバイス分野において工学上、工業上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	<p>学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員および総合デザイン工学特別研究第2（システム統合工学専修）科目担当で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。</p> <p>また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。</p>		